

特別セッション「大水深海域の水産利用の促進」 まとめ

A SUMMARY OF THE SPECIAL SESSION "DEVELOPMENT OF FISHING GROUNDS IN OFFSHORE DEEP SEA" IN 2007-2008

明田定満¹・木村克俊²・五明美智男³
Sadamitsu AKEDA, Katsutoshi KIMURA and Michio GOMYO

¹正会員 独立行政法人水産総合研究センター (〒314-0408 茨城県神栖市波崎7620-7)

²正会員 博(工) 室蘭工業大学教授 工学部建築社会基盤系学科 (〒050-8585 北海道室蘭市水元町27-1)

³フェロー 博(工) 東亜建設工業(株)技術研究開発センター (〒102-8451 東京都千代田区四番町5)

Recovery of the marine resources in exclusive economic zone (EEZ) is the urgent subject in Japanese fisheries. Therefore, the fisheries agency revised the Act on Development of Fishing Ports and Grounds, and established the fishing ground development program under the direct government control what is called "Frontier fishing ground development" in 2007. This paper presents a summary of the special session "Development of Fishing Grounds in Offshore Deep Sea" in 2007-2008. The target of the special session is to identify new technologies which are necessary to promote the fishing ground development program in the offshore deep EEZ. The special session consists of presentation of the papers regarding "Development of Fishing Grounds in Offshore Deep Sea". The other part is discussion among panelists presenting the papers.

Key Words : *Offshore deep sea, exclusive economic zone(EEZ), fishing ground development program under the direct government control, frontier fishing ground development*

1. 直轄漁場整備事業の創設

我が国水産業を取り巻く環境は、①我が国周辺水域の水産資源の半数以上が低位水準、世界的にも資源状況が悪化、②藻場干潟の減少、磯焼けの拡大に伴う漁場環境の悪化、③漁業就業者の減少や高齢化、燃油価格の高騰等、漁業生産構造の脆弱化、④消費者の「魚離れ」の進行、⑤世界的な水産物需要の増大に伴い、海外市場で購入競争に敗れる「買い負け」の発生等、厳しい状況にある。

水産政策の指針となる水産基本計画(平成19年3月)は、「低位水準にとどまる水産資源の回復管理の推進」を図るため、「我が国の排他的経済水域における資源管理」を重点施策に位置付けている。そのため、国土面積の約12倍に相当する約450万km²に及ぶ排他的経済水域(EEZ)における水産資源の回復、水産資源の管理が強く要請されている。

漁場整備は、地方公共団体等(地方公共団体及び水産業協同組合)が事業主体になり国の補助を受け実施する公共事業であるため、従来は受益者が明確な共同漁業権の範囲内または知事許可漁業の範囲、概ね領海内の沿岸域において実施されてきた。

領海の外側海域である排他的経済水域における水産資源の回復と管理には、漁獲努力量の削減とともに、漁場整備や漁場環境の改善が必要不可欠となるが、①陸域からの距離が遠く大水深であるため、特定の地方公共団体等の地先として認識されておらず、②大臣許可漁業が輻輳し漁業調整が困難、③漁場整備による受益が複数の都道府県の漁業者に及ぶ、④漁場整備の技術的難易度が高い等の理由により、特定の地方公共団体等による漁場整備が行われてこなかった海域である。

平成19年度に漁港漁場整備法が改正され、国が事業主体となり沖合域の漁場整備に取り組む「フロンティア漁場整備事業」(所謂、直轄漁場整備事業)が創設された¹⁾。法律改正と併せて改訂された第2次漁港漁場整備長期計画(平成19-23年度)において、「我が国周辺海域における水産資源の生産力向上」を重点課題として位置付けており、資源管理との連携を図りつつ、排他的経済水域を含め我が国周辺水域における漁場整備に努めることが示されている(図-1)。フロンティア漁場整備事業の特長は、①排他的経済水域に限定、②海洋生物資源の保存及び管理に関する法律(TAC法)に規定されるTAC魚種

またはTAE魚種を対象、②広域資源回復計画と一体的な実施を図ることを義務付けていることである。

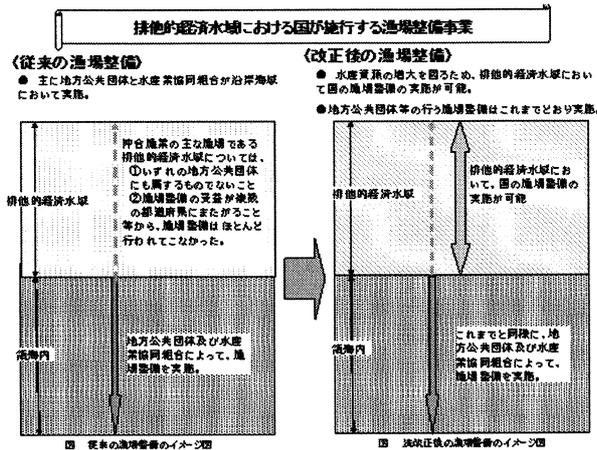


図-1 排他的経済水域における漁場整備¹⁾

2. 沖合大水深域における漁場造成法

1980年代以降、沖合大水深域を対象とする漁場整備の技術開発が行われ、(1)底魚(甲殻類含む)の保護育成を図る魚礁、(2)回遊魚や根付魚を蝟集させる高層魚礁、(3)回遊魚を蝟集させる浮魚礁、(4)湧昇流を発生させ浮魚の蝟集増大を図る湧昇マウンド礁等が実証試験を経て実用化、事業化されてきた。

(1) 保護育成礁¹⁾

水深200-300m以深に生息するズワイガニ、ホッコクアカエビ、アカガレイ等を対象にして、過剰漁獲や混獲を抑制したり、幼稚仔の生残を高める資源培養を目的として設置される。漁獲規制等の資源管理方策と併用することで、資源保護が効果的に図られる。

(2) 高層魚礁

従来、礁高が水深の1/10以下となるように魚礁は設置されてきた。設置水深が増大するに従い、回遊性の強い浮魚類を蝟集させる礁高の高い、所謂「高層魚礁」が開発され、現在、水深60-80mの海域に礁高20-35mの高層魚礁が設置されている。高層魚礁の多くは鋼製であり、梁柱板から成る複雑な大空間を有し、根付魚の蝟集を図ることも可能である。

(3) 浮魚礁

沖縄から鹿児島、宮崎、高知、和歌山に至る南日本沿岸の水深500-1000mの大水深域において、マグロやカツオ等回遊性の強い浮魚類を蝟集させる目的で、表層式浮魚礁、没水型の中層式浮魚礁が設置されている。

(4) 湧昇マウンド礁^{2), 3), 4)}

海底に人工マウンドを造成することで、富栄養な底層水を表層付近の有光層まで湧昇させ、海域の基礎生産力の増大を図り、水産資源の増加に繋げようとする漁場造成法である。社団法人マリノフォーラム21が長崎県生月島沖(H9-12)で試験施工して以降、長崎県宇久北・対馬沖(H15-17)、長崎県五島西沖(H17-18)、鹿児島県阿久根沖(H16-17)の水深60-85mの海域に礁高10-15mのマウンド礁が造成されてきた。

3. 特別講演の概要

フロンティア漁場整備事業の創設により、陸棚域の漁場造成に本格的に着手することになるが、沖合大水深域の漁場造成に必要不可欠な工学的、生物学的な各種知見が絶対的に不足している。そのため、水深60-80m域に整備された高層魚礁、水深60-85m域に整備された湧昇マウンド礁、水深200-300m域に整備された保護育成礁の経験を踏まえつつ、沖合大水深域における環境把握や漁場造成に必要な技術とは何か、平成19-20年度特別セッション「大水深海域の水産利用の促進」において議論した。

特別セッション「大水深海域の水産利用の促進」に関連して、特別講演7編^{5), 6), 7), 8), 9), 10), 11)}、一般講演11編^{12), 13), 14), 15), 16), 17), 18), 19), 20), 21), 22)}と沖合大水深域の漁場造成に不可欠となる技術に関する総合討論が行われた。なお、特別講演の概要は以下の通り。

橋本・浜崎⁵⁾は、沖合大水深域における漁場造成に対する取り組みの現状を整理し、我が国周辺水域、特に排他的経済水域における水産資源保護回復の必要性、沖合大水深域の漁場造成法として期待される技術(保護育成礁、高層魚礁、湧昇マウンド礁)、フロンティア漁場整備事業について報告した。

吉塚⁶⁾は、長崎県におけるマウンド礁整備を事例に、適地の選定、構造諸元の検討、施工管理、モニタリングによる効果の確認と検証等、事業の手順に沿って留意点を報告した。

大内⁷⁾は、富栄養な深層水を汲み上げ、表層(有光層)に放水することで海域の基礎生産を嵩上げし、食物連鎖における高次生物(魚類)の生産に繋げようとする人工湧昇流漁場造成技術(拓海プロジェクト)について報告した。

間木⁸⁾は、湧昇マウンド礁整備のLCA(材料準備、ブロック製作と設置、供用期間)を考慮した人工湧昇流域における二酸化炭素吸収量の評価法を報告した。

中山ら⁹⁾は、陸棚域(沖合大水深域)の漁場造成には、陸棚域の流動・水質環境、生物環境等の各種環境情報について定期的、長期的、広域的な取得が重要であることを指摘した。陸棚域は水産基盤整備事業が従来対応してきた100m以浅の海域とは全く異なる環境であることから、陸棚域の各種環境把握に必要な技術開発が必要であることを報告した。

伊藤ら¹⁰⁾は、底曳漁業による不合理漁獲を防止、稚ガニの保護を目的として設置されたズワイガニ保護育成礁は、当初目的であった保護を果たすだけでなく、保護礁域でズワイガニの資源増大が見られる等、増殖機能も有することを報告した。

渡邊ら¹¹⁾は、沖合大水深域の漁場造成法として期待される湧昇マウンド礁について、湧昇効果に関するモニタリング調査結果を踏まえて、鉛直混合の促進、有光層への栄養塩類の増大、蛸集効果等、湧昇マウンド礁の持つ機能と効果について報告した。

4. 討論の概要

会場からの質問に対しパネラー（講演者）が回答する形で質疑討論が行われた。概要は以下の通り。

(1) 沖合大水深における漁場造成

大水深として80m以深を想定しており、80m以深の漁場整備に対応したハード技術（施設的设计施工法）と、それを活用するソフト技術が必要である。沖合大水深海域における漁場整備は、「親魚-産卵-幼魚-稚魚-（親魚）」の生活史に対応した生息場確保と生残率の向上を目指すことが重要である。大水深域を立体的に利用する場合、沿岸域よりも漁業調整が困難となることが予想される。水深200m以深となると、底層付近の流況、水質底質、生物等の環境データが絶対的に不足しているため、漁場造成計画を立案する場合、系統的な事前調査が重要となる。

(2) マウンド礁の整備

マウンド礁は、長崎県、鹿児島県において先行的に整備されてきたが、湧昇効果や周辺海域の基礎生産力の増加を把握する調査や、モニタリング技術等の確立が今後の課題となる。マウンド礁の設計施工は水深85mまで施工実績があるが、水深200m以深になると、施工精度、施工効率の維持が難しく、新たな技術開発break-throughが必要である。さらに、建設コストの縮減を図るために、石炭灰以外の再生材料の活用も考えられる。

(3) 深層水の取放水による海洋肥沃化

海洋深層水の利用に関して、漁場開発のみならず、温度差発電、淡水化等、多段階複合的な利用を検討する必要はないか。

(4) 人工湧昇域における二酸化炭素吸収量の評価

表層（有光層）で光合成され生成された有機物が海洋深層域に沈降した場合、二酸化炭素の吸収となるが、有機物が表層で循環する場合は吸収とは言わないのではないかと。陸域（森林）と比較して、海域における二酸化炭素吸収固定の時間スケールをどう考えれば良いのか。

(5) 陸棚域の漁場造成の現状と課題

継続的な実海域の環境データの取得が重要であるが、実測データの不足部分を数値計算で補完することも必要となる。一方、沖合大水深域の漁場開発には、漁場の適地選定上必要となる環境データ取得のための調査機器の開発が不可欠である。例えば漁場造成経費の5-10%を調査機材の開発に当てるといった施策も必要ではないか。

(6) ズワイガニ保護育成礁

対象生物の増殖を図るには、成長過程のうち、どの時期を保護するのが最も効果的か。ズワイガニの場合、産卵期と減耗率が大きい幼稚仔期が重要であり、保護礁を設置すれば底曳漁業の不合理漁獲から保護できることが分かった。

保護のみならず増殖を図るには、大水深域に生育する対象生物の生態的知見の蓄積が不可欠であるが現状では不十分である。比較的知見の多い浅海域に生息する類似種の生態を参考にすることができない。水中VTR等を使った観察技術が進んできたことから、今後の生態学的知見の蓄積を期待したい。

(7) 湧昇マウンド礁の機能と効果

湧昇マウンド礁の機能や効果の評価、適地選定条件を提示するには、マウンド礁が『底層の栄養塩を湧昇させる→有光層の植物プランクトンが増殖する』過程の定量評価が最も重要となる。マウンド礁造成後、マウンド礁周辺のクロロフィルa濃度が上昇することから、クロロフィルa濃度の時空間分布の検討から、マウンド礁の機能や効果の評価に結びつけては如何か。但し、時間経過とともに植物プランクトンを動物プランクトン等食物連鎖の高次生物が捕食し減少することを考慮する必要がある。

マウンド礁に対する魚類の蛸集について、蛸集範囲が特定の場所に限定されているように窺われる。その理由をどう考えればよいか。また効果の把握に関しては、できる限り定量的な漁獲データの取得が有効ではないか。

(8) 総合討論

a) 産学官の協働が必要

沖合大水深域の漁場整備を国の直轄事業とする理由として、複数の都道府県や市町村が関わること、近隣諸国との漁業調整が必要であること等が挙げられる。一方で国と地方の役割分担が叫ばれ、国主導の公共事業に対して逆風が吹いている。フロンティア漁場整備事業を今後着実に推進するには、沖合大水深域における環境情報や対象生物の生態知見の蓄積、効率的な施工、事業効果の評価法確立等、「産」「学」の支援が不可欠である。

b) 適地選定に不可欠な環境データの取得

沖合大水深域における漁場が持つ潜在的ポテンシャルは高いが、漁場造成の効果を充分発揮させるには、環境データに基づく適地選定が重要となる。

そのため、沖合大水深域の環境に関する長期的モニタリングや広範囲データ取得を可能にする技術革新が要請されている。海表面の環境データはリモートセンシング技術による広域データ取得が可能となってきたが実測による照合が重要である。一方、鉛直方向の環境データ取得、特に多層採水の調査効率は、調査船が保有するウインチ等の機材や調査機器に依存しており、特に漁船借上げの場合、調査内容に限界が生ずることから、多層採水技術の進歩が要請されている。

対象生物の生態知見の蓄積が不十分である。ROV等新しい観察機器が開発されつつあるが高価であるため、高額な観測機器を使えるのは十分な予算的な裏付けの有る調査に限定され、基礎的データ取得には新鋭機器は使えないのが現状である。

効果的な環境データ取得とその活用には、複数機関の協力が不可欠である。特に調査船を有するとともに、対象生物の生態知見を持つ水産試験場と協力し、環境データの共有を進めることが重要である。

5. 結語

沖合大水深域の漁場整備は、事業自体が緒についたばかりであり、沖合大水深域の環境調査法、漁場造成の効果把握法、費用対効果の評価法等、確立したとは言い難く、未だに解決を要する技術課題が多く残っている。今後も「産」「学」「官」の技術者、研究者が集まり、問題解決のための議論が行われることは有意義である。来年度以降も海洋開発シンポジウムにおいて、沖合大水深域における環境把握や漁場造成に関する論文を多数投稿して戴き、議論が継続されることを期待したい。

最後に、貴重な情報を提供して戴いた講演者並びに熱心な討議に参加して戴いた皆様に、深甚なる感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 中村隆, 岡貞行, 山本竜太郎, 柳瀬友之, 浅川典敬, 中川良文: 沖合漁場整備の政策的意義と技術的課題, 水産工学, VOL. 45, NO. 1, pp. 67-74, 2008
- 2) 鈴木達雄, 高橋正征: 石炭灰を利用した人工湧昇流漁場の造成, 海洋開発論文集, VOL. 13, pp. 747-752, 1997
- 3) 山本省吾, 熊谷隆宏: 長崎県対島東海域人工海底山脈築造に伴うADCP観測流向流速結果及び流動特性に関する考察, 海洋開発論文集, VOL. 20, pp. 1181-1186, 2004
- 4) 大野嘉典, 五明美智男, 浅沼丈夫, 川口毅, 平田賢治: 人工湧昇流マウンド造成のためのブロック投入管理, 海洋開発論文集, VOL. 20, pp. 935-1000, 2004
- 5) 橋本牧, 浜崎宏正: 沖合大水深海域を対象とした漁場造成の推進について, 海洋開発論文集, VOL. 23, pp. 1-5, 2007
- 6) 吉塚靖浩: 長崎県における人工マウンド礁の整備について, 海洋開発論文集, VOL. 23, pp. 7-10, 2007
- 7) 大内一之: 深層水汲み上げによる海洋肥沃化実験, 海洋開発論文集, VOL. 23, pp. 11-16, 2007
- 8) 間木道政: 人工湧昇流域における二酸化炭素吸収量の評価技術の開発, 海洋開発論文集, VOL. 23, pp. 17-22, 2007
- 9) 中山哲厳, 新井雅之, 藤井良昭: 陸棚域の漁場整備における技術の現状と課題, 海洋開発論文集, VOL. 24, pp. 19-24, 2008
- 10) 伊藤靖, 三浦浩, 長浜達章, 大野泰史, 柳瀬知之, 中村隆: ズワイガニ保護育苗礁の機能評価, 海洋開発論文集, VOL. 24, pp. 25-30, 2008
- 11) 渡邊浩二, 中川良文, 武田真典: 湧昇マウンド礁の機能と効果について, 海洋開発論文集, VOL. 24, pp. 31-36, 2008
- 12) 熊谷幸典, 鈴木達雄, 橋本牧, 本田陽一, 今井康貴, 高橋正征: 衛星を用いたマウンド魚礁の湧昇効果評価の可能性, 海洋開発論文集, VOL. 23, pp. 357-361, 2007
- 13) 清田健, 本間義規, 東健一, 浅川典敬, 古屋温美, 長野章: 人工海底マウンド整備に係る外部コストの評価に関する一考察, 海洋開発論文集, VOL. 23, pp. 363-368, 2007
- 14) 峰寛明, 山内繁樹, 横山善勝, 櫻井泉, 藤井淳夫: 人工海底マウンド漁場における魚礁効果の算定方法について, 海洋開発論文集, VOL. 23, pp. 369-374, 2007
- 15) 武田康孝, 津川康治, 峰寛明, 山下和則, 藤井淳夫: 人工海底マウンド整備から見た北海道苫小牧沖の海洋構造について, 海洋開発論文集, VOL. 23, pp. 375-379, 2007
- 16) 五明美智男, 松田信彦, 浅沼丈夫, 関根信寛: 人工湧昇マウンド造成のための捨石投入の管理と最適化, 海洋開発論文集, VOL. 23, pp. 381-386, 2007
- 17) 伊藤靖, 押谷美由紀, 吉野真史, 加藤誠, 井上清和: 長崎県男女群島周辺における底層流動に関する一考察, 海洋開発論文集, VOL. 23, pp. 621-626, 2007
- 18) 本田陽一, 鈴木達雄, 間木道政: 人工海底山脈の効果発生機構, 海洋開発論文集, VOL. 24, pp. 381-386, 2008
- 19) 鈴木達雄, 橋本牧, 間木道政, 中村充, 高橋正征: 人工海底山脈による二酸化炭素固定の可能性, 海洋開発論文集, VOL. 24, pp. 387-392, 2008
- 20) 琴浦毅, 佐貫宏, 熊谷隆宏, 小宮一成, 清水英久: 人工マウンド礁の効率的な築造方法に関する研究, 海洋開発論文集, VOL. 24, pp. 393-398, 2008
- 21) 木田英之, 井内国光, 中村孝幸: 3次元数値シミュレーションに基づく大水深海域での湧昇流生成構造物の開発, 海洋開発論文集, VOL. 24, pp. 399-404, 2008
- 22) 伊藤靖, 押谷美由紀, 大谷靖郎: 東シナ海における水質流況環境特性, 海洋開発論文集, VOL. 24, pp. 837-842, 2008